

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-334548

(43)Date of publication of application : 25.11.2003

(51)Int.Cl.

C02F 1/36

A61L 2/02

B01J 19/10

C02F 1/46

(21)Application number : 2002-145325

(71)Applicant : NATIONAL INSTITUTE OF  
ADVANCED INDUSTRIAL &  
TECHNOLOGY

(22)Date of filing : 20.05.2002

(72)Inventor : YABE AKIRA  
TERAKADO SHUICHI

## (54) METHOD FOR PRODUCING NANOMETER AIR BUBBLE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing nanometer order air bubbles.

SOLUTION: This method includes a process (i) for decomposing a part of liquid into gas in the liquid, a process (ii) for applying ultrasonic waves in the liquid or a process (iii) for decomposing the liquid into gas, and a process for applying ultrasonic waves.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-334548

(P2003-334548A)

(43) 公開日 平成15年11月25日 (2003. 11. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト <sup>7</sup> (参考)
C 0 2 F 1/36		C 0 2 F 1/36	4 C 0 5 8
A 6 1 L 2/02		A 6 1 L 2/02	A 4 D 0 3 7
B 0 1 J 19/10		B 0 1 J 19/10	4 D 0 6 1
C 0 2 F 1/46		C 0 2 F 1/46	Z 4 G 0 7 5

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2002-145325(P2002-145325)

(22) 出願日 平成14年 5 月20日 (2002. 5. 20)

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所

東京都千代田区霞が関 1-3-1

(72) 発明者 矢部 彰

茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法

人産業技術総合研究所 つくばセンター内

(72) 発明者 寺門 秀一

茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法

人産業技術総合研究所 つくばセンター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノ気泡の生成方法

(57) 【要約】

【課題】 ナノオーダーの気泡を生成する方法を提供する。

【解決手段】 液体中において、(i) 該液体の一部を分解ガス化する工程、(ii) 該液体中で超音波を印加する工程又は (iii) 該液体の一部を分解ガス化する工程及び超音波を印加する工程からなることを特徴とするナノ気泡の生成方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体中において、(i) 該液体の一部を分解ガス化する工程、(ii) 該液体中で超音波を印加する工程又は (iii) 該液体中で分解ガス化する工程及び該液体中で超音波を印加する工程からなることを特徴とするナノ気泡の生成方法。

【請求項 2】 該液体が水からなり、該液体の分解ガス化が水の電気分解からなることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 該液体が水で、該液体中の 50 nm 以上 1000 nm 以下の直径の固体微粒子の数が、 $10^5$  個 / ml 以下の超純水からなることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ナノ気泡の生成方法に関するものである。なお、本明細書で言うナノ気泡とは、その気泡の直径が 1000 nm 未満のものと定義される。

## 【0002】

【従来の技術】気泡はその気液界面の表面張力によってその気泡内外で圧力差が生じ、その圧力差は気泡が小さくなる程高くなる。例えば、直径が 100 nm 程度の気泡では 10 気圧程度の圧力差が気泡内外で生じるため、その気泡崩壊時には強い圧力波が生じる。そして、この圧力波は、その力学的作用により、汚れの剥離・洗浄等の効果や、化学反応における触媒効果等を生じる可能性がある。これまでは、マイクロオーダーの気泡についての利用はあるものの、ナノオーダーの気泡について安定的な生成方法についての研究は皆無であり、その安定的な存在についても未だ確認されていないのが現状である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ナノオーダーの気泡を生成する方法を提供することをその課題とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者は、前記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、本発明を完成するに至った。即ち、本発明によれば、液体中において、

(i) 該液体の一部を分解ガス化する工程、(ii) 該液体中で超音波を印加する工程又は (iii) 該液体の一部を分解ガス化する工程及び該液体の中で超音波を印加する工程からなることを特徴とするナノ気泡の生成方法が提供される。

## 【0005】

【発明の実施の形態】本発明のナノ気泡の生成方法には、液体中において、該液体の一部を分解ガス化する工程がある。この場合の液体の分解ガス化の方法としては、電気分解法、光分解法等があり、その液体に応

じて適宜の方法を用いればよい。また、この場合の液体には、水や、各種物質が溶解した水溶液の他、有機液体等がある。前記のようにして液体中でその液体を分解ガス化する場合、その液体中にはナノ気泡が生成される。液体中の気泡数は、液体 1 ml 中、直径 50 nm から直径 1000 nm の気泡が  $10^4$  個以上の割合である。

【0006】本発明のナノ気泡生成方法には、液体中で、超音波を印加する工程がある。この場合の超音波において、その周波数は、約 20 kHz 以上、好ましくは約 28 kHz 以上である。超音波振動子を固体壁面に接続し、固体壁面を高周波で振動させることにより、ナノ気泡を液体中に生成する。この場合のナノ気泡の成分は、空気、酸素、窒素等がある。本発明では、その気泡直径が 1000 nm 以下、特に 50 nm までのナノ気泡を、1 ml 当り、 $10^3$  個以上、ホイド率で  $10^{-11}$  以上のナノ気泡を得ることが出来る。

## 【0007】

【実施例】次に本発明を実施例により詳述する。

## 【0008】実施例 1

20 ナノ気泡生成装置としては、試験室（電気分解室）、電気分解用電源装置、超音波発振器、超純水製造装置、粒子カウンターからなるものを用いた。その装置の概略図を図 1 に示す。図 1 において、1 は試験室、2 は超音波発振器、3 は電気分解用電源装置、4 は粒子カウンター、5 は超純水製造装置、6 は蒸留水供給管、7 は超純水配管、8 は気泡配管を示す。

【0009】試験室 1 は、水の電気分解を行う室であり、中の様子を観察できるようにガラス窓を側面 2 面に備えたステンレス製の矩形管からなる。その縦は 40 mm、その横は 40 mm である。その高さは、定在波が立つように波の半波長（27 mm）の整数倍（270 mm）とした。その矩形管上端には気泡放出口を有するステンレス製の天板を配置し、その矩形管の下端には、2 枚の振動子を裏面に取付けたステンレス製の底板を配置した。電気分解用の陽極は、底板全面に取付け、陰極は矩形管内に連絡する水素排出用配管内に取付け、発生した水素気泡が矩形管内に流入しないようにした。

【0010】超音波発振器（SMT 社製、SC-100-28）の規格は表 1 に示す通りであり、その出力信号は前記振動板に送られ、この振動板を介して試験室内に超音波を発生させるようにした。

## 【0011】

## 【表 1】

出力	100W
周波数	28kHz
振動子	フェライト振動子
電源	AC100V 単相 50/60Hz 2A

【0012】電気分解用電源装置としては、微量な電流を流すことが可能な YOKOGAWA-HEWLETT

PACKARD社製の4329A HIGH RESISTANCE METERを用いた。この電源装置は、抵抗の大きいものでも予め設定した一定電圧(10V、25V、50V、100V、250V、500V、1000V)を印加して電流を出すことができる。

【0013】超純水製造装置としては、Millipore社製、Milli-Q Synthesisを用い \*

\*た。

【0014】粒子カウンターとしては、直径100nm以上の粒子のカウター用には、リオン社製、KS-16を用いた。このものの規格を表2に示す。

【0015】

【表2】

光学方式	90°側方散乱方式
光源	半導体レーザー (最大定格出力:200mV、波長:830nm)
受光素子	PINタイプフォトダイオード
接液部材質	合成石英、PFA
校正	純水中のポリスチレンラテックス(PSL)粒子(屈折率1.6)による
可測粒径範囲	0.1~2μm (純水中のPSL粒子の場合)
粒径区分	5段階(0.1μm以上、0.15μm以上、0.2μm以上、0.3μm以上、0.5μm以上)
計数効率	80%
定格流量	10mL/min
最大定格粒子濃度	1200個/mL (0.1μm粒子において計数損失5%時)
試料温度範囲	15~35℃ (試料部に結露を生じさせないこと)
試料圧力範囲	300kPa以下(ゲージ圧)

【0016】また、直径100nm以下の粒子のカウター用には、リオン社製、KS-17を用いた。このものの規格を表3に示す。

【0017】

【表3】

光学方式	90°側方散乱方式
光源	半導体レーザー (最大定格出力:200mV、波長:830nm)
受光素子	PINタイプフォトダイオード
接液部材質	合成石英、PFA
校正	純水中のポリスチレンラテックス(PSL)粒子(屈折率1.6)による
可測粒径範囲	50~100nm (純水中のPSL粒子の場合)
粒径区分	1段階 50~100
計数効率	80%
定格流量	10mL/min
最大定格粒子濃度	1200個/mL (0.1μm粒子において計数損失5%時)
試料温度範囲	15~35℃ (試料部に結露を生じさせないこと)
試料圧力範囲	300kPa以下(ゲージ圧)

【0018】図1に示した装置を用いて気泡生成実験を行った。配管6を通して超純水製造装置5に供給された蒸留水は、試験室1と純粋製造装置5との間を循環させるようにした。試験室1内においては、水の電気分解により、陽極表面(底板表面)で水の分解により酸素が生じる。この酸素は、超音波の作用により、気泡となって水中から放出され、気泡配管8を通して試験室から排出される。排出された気泡は、まず、直径100nm以下(50~100nm)の粒子をカウントする第1粒子カウンターを通り、次いで直径100nm以上の粒子をカウ

ントする第2粒子カウンターを通る。この気泡は、超純水製造装置内に導入される。

【0019】また、実験に際しては、水温、供給水及び試験部通過後の水中の全有機炭素量(TOC)、超微粒子数及び気泡数、超音波発振器の出力電流、電気分解用電源装置の電流をモニターしながら行った。

【0020】以下の条件で酸素の気泡を発生させたときの結果を表4に示す。

30 (電気分解条件)

(i) 電圧: 50V

(ii) 電流:  $10^{-9}$  A/cm<sup>2</sup>

(iii) 水中の酸素濃度:  $\gamma = 2$

$\gamma$ は、水中酸素の1気圧の飽和濃度に対する比である。容器内は、1.1気圧程度である。

(超音波発生条件)

(i) 周波数: 28kHz

(ii) 強さ: 100W

【0021】

40 【表4】

気泡直径(nm)	気泡数増加量(個数/mL)
	超音波印加中
50~100	$5 \times 10^3$
100~150	$5 \times 10^2$
150~200	$3 \times 10^2$
200~300	$3 \times 10^2$
300~500	$1 \times 10^2$
500~2000	$2 \times 10^1$

【0022】実施例2

実施例1において、水中の酸素濃度を以下のように飽和に比べて小さい値にし、かつ、電気分解を生じさせない

条件に設定した以外は同様にして実験を行った。その結果を表5に示す。

(電気分解条件)

水中の酸素濃度： $\gamma = 1.2 \text{ g/ml}$

【0023】

【表5】

気泡直径 (nm)	気泡数増加量 (個数/ml)
50~100	$1 \times 10^2$
100~150	$5 \times 10^1$
150~200	$1 \times 10^1$
200~300	5
300~500	3
500~2000	1

【0024】

【発明の効果】表3及び表4に示しか結果から、本発明によれば、直径が1000nm以下のナノ気泡を効率よく発生させることができる。このようなナノ気泡は、こ

れを固体表面に衝突破壊させて、強い圧力波を生じさせることにより、その固体表面の汚れを除去をし、その固体表面を清浄化することができる。また、ナノの直径の気泡ゆえに、水素結合の水素原子が、気体側に局在するため、電気分極を生じ殺菌効果を生じることが期待される。

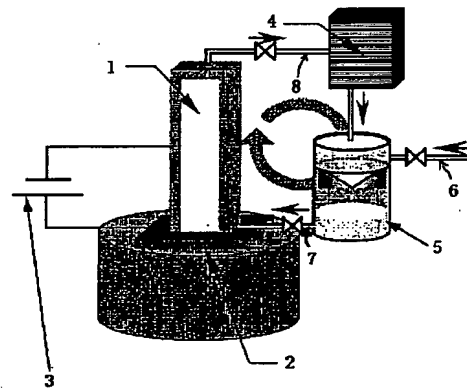
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるナノ気泡発生装置の概略図を示す。

10 【符号の説明】

- 1 試験室
- 2 超音波発生器
- 3 電気分解用電源装置
- 4 粒子カウンター
- 5 超純水製造装置

【図1】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C058 AA30 BB02 KK07  
 4D037 AA01 AB18 BA26 CA04  
 4D061 DA01 DB01 DB20 EA02 ED15  
 4G075 AA05 AA13 AA30 BA10 BB10  
 CA20 CA23 DA02 DA18 EB01